



Universidade Federal de Juiz de Fora
Departamento de Ciência da Computação
Pesquisa Operacional

Trabalho 2 - Implementação Computacional

Grupo

Maria Eduarda Ribeiro Facio - 202065516B

Thais de Jesus Soares - 202065511B

Professor: Marcos Passini

Juiz de Fora

Janeiro de 2023

1 Introdução

Para fins deste relatório, visou-se, por meio de implementação computacional, modelar e resolver um problema real de médio ou grande porte. Nesse sentido, o tema escolhido, o qual será melhor apresentado na próxima seção, foi "Otimização da Grade Curricular Universitária".

Ademais, é relevante salientar que o programa foi desenvolvido em Python, utilizando o ambiente Google Colab (ou Colaboratory). Além disso, empregou-se o Gurobi Optimizer como biblioteca de otimização.

2 Apresentação do Problema

Nos cursos de graduação, comumente é disponibilizado aos discentes uma grade curricular que pode ser empregada como um guia de quais matérias pegar a cada período. Para o curso de Engenharia Computacional, por exemplo, tem-se a grade representada na Figura 1.


CURSO DE ENGENHARIA COMPUTACIONAL MATRIZ CURRICULAR - VERSÃO 2018									
		INTEGRAÇÃO DO CURSO TEMPO MÍNIMO PERMITIDO: 10 PERÍODOS TEMPO RECOMENDADO: 10 PERÍODOS TEMPO MÁXIMO PERMITIDO: 20 PERÍODOS							
1º Período 30H	CE MAT154 60 CÁLCULO I T	CE MAT155 60 GEOMETRIA ANALÍTICA E SISTEMAS LINEARES T	CE DCC119 60 ALGORITMOS T	CE DCC120 30 LABORATÓRIO DE PROGRAMAÇÃO P	CE FIB122 30 LABORATÓRIO DE INTRODUÇÃO AS CIÊNCIAS FÍSICAS P	CE QUI125 60 QUÍMICA FUNDAMENTAL T	CE QUI126 30 LABORATÓRIO DE QUÍMICA P	CE ICE001 30 INTRODUÇÃO AS CIÊNCIAS EXATAS T	
2º Período 30H	CE MAT156 60 CÁLCULO II T	EC EST135 60 INTRODUÇÃO A ESTATÍSTICA T	EC DCC013 30 ESTRUTURA DE DADOS T	EC DCC107 30 LABORATÓRIO DE PROGRAMAÇÃO II P	CE FIB073 60 FÍSICA I T	EC FIB077 30 LABORATÓRIO DE FÍSICA I P	EC QUI162 30 QUÍMICA P	EC MAC011 30 INTRODUÇÃO A ENGENHARIA COMPUTACIONAL P	
3º Período 30H	EC EST029 60 CÁLCULO DE PROBABILIDADE I T	EC DCC025 60 ORIENTAÇÃO A OBJETOS T	EC FIB074 60 FÍSICA II T	EC MAC035 30 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E MODELAGEM GEOMÉTRICA T	EC MAT157 60 CÁLCULO II T	DC 60H EM DISCIPLINAS COMPLEMENTARES VARIÁVEL	DC 60H EM DISCIPLINAS COMPLEMENTARES VARIÁVEL		
4º Período 45H	EC DCC012 60 ESTRUTURA DE DADOS II T	EC DCC068 60 CÁLCULO NUMÉRICO T	EC MAT029 60 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS I T	EC MAT158 60 ÁLGEBRA LINEAR T	EC MAC019 60 RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS T	EC FIB079 60 FÍSICA II T	DC 60H EM DISCIPLINAS COMPLEMENTARES VARIÁVEL		
5º Período 45H	EC DCC069 60 TEORIA DOS GRÁFOS T	EC DCC132 60 CIRCUITOS DIGITAIS T	EC FIB081 60 FENÔMENOS DE TRANSPORTE T	EC MAC019 60 FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DAS ESTRUTURAS T	EC MAC024 60 INTRODUÇÃO A MODELAGEM COMPUTACIONAL T	EC MAC025 60 INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS DISCRETOS T	DC 60H EM DISCIPLINAS COMPLEMENTARES VARIÁVEL	DE 60H EM ATIVIDADES ELETIVAS VARIÁVEL	
6º Período 45H	EC DCC070 60 ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES T	EC DCC117 60 MODELAGEM DE SISTEMAS T	EC DCC163 60 PESQUISA OPERACIONAL T	EC MAC055 60 MECÂNICA DOS SÓLIDOS I T	EC MAC068 60 INTRODUÇÃO AO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS T	EC MAC023 60 MECÂNICA DAS ESTRUTURAS T	DC 60H EM DISCIPLINAS COMPLEMENTARES VARIÁVEL		
7º Período 30H	EC DCC061 60 ANÁLISE E PROJETO DE ALGORITMOS T	EC DCC069 60 BANCO DE DADOS T	EC DCC062 60 SISTEMAS OPERACIONAIS T	EC MAC037 30 TÓPICOS AVANÇADOS EM MODELAGEM GEOMÉTRICA COMPUTACIONAL T	DE 60 HORAS EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL	DE 60 HORAS EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL	DE 60H EM ATIVIDADES ELETIVAS VARIÁVEL		
8º Período 45H	EC DCC042 60 REDES DE COMPUTADORES T	EC DCC065 60 LABORATÓRIO FORMAS E AUTOMATISMOS T	EC MAC034 60 MÉTODOS COMPUTACIONAIS APLICADOS EM ENGENHARIA PRÁTICA T	EC MAC034 60 MÉTODOS COMPUTACIONAIS APLICADOS EM ENGENHARIA PRÁTICA P	EC MAC039 30 TRABALHO MULTIDISCIPLINAR T	DE 60 HORAS EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL	DE 60 HORAS EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL		
9º Período 45H	EC DCC105 60 PROGRAMAÇÃO PARALELA T	EC DCC106 30 TRABALHO MULTIDISCIPLINAR P	EC EBA002 30 ECOLOGIA E PRESERVAÇÃO DO AMBIENTE T	EC MAC015 17H ESTÁGIO DE ENGENHARIA COMPUTACIONAL P	EC MAC021 60 TRABALHO FINAL DE CURSO I T	DE 60 HORAS EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL			
10º Período 30H	EC MAC033 120 TRABALHO FINAL DE CURSO II T	DE 60H EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL	DE 60H EM DISCIPLINAS ELETIVAS VARIÁVEL						
DISTRIBUIÇÃO DE CARGA HORÁRIA DISCIPLINAS OBRIGATORIAS: 2620 HORAS ATIVIDADE OBRIGATORIA (ICE001): 30 HORAS DISCIPLINAS ELETIVAS: 420 HORAS ATIVIDADES ELETIVAS: 120 HORAS DISCIPLINAS COMPLEMENTARES: 360 HORAS ESTÁGIO SUPERVISIONADO: 170 HORAS TRAB. MULTIDISCIPLINAR/FINAL DE CURSO: 240 HORAS									
LEGENDA DISCIPLINA: CÓDIGO - CARGA HORÁRIA ABORDAGEM: PRC - PRÁTICA - SOCIALIZAÇÃO DE OFERTA MODALIDADE DE OFERTA: PR - PRESENCIAL, PRC - PRÁTICA, AD - A DISTÂNCIA ABORDAGEM: T - TEÓRICO, P - PRÁTICO									

Figura 1: Grade Curricular - Engenharia Computacional

Essa grade, entretanto, é feita de forma geral e estática, ou seja, não se adapta à evolução acadêmica de cada aluno individualmente.

Com isso em mente, o problema proposto para o trabalho foi desenvolver um modelo que, com base em parâmetros de entrada informados pelo usuário, retorne uma solução ótima acerca do planejamento de disciplinas por período.

Ainda, tendo por objetivo tornar o modelo uma representação fidedigna da realidade, de forma a obter resultados confiáveis, foram considerados os seguintes pontos:

- Existem matérias oferecidas somente em períodos pares, matérias oferecidas somente em períodos ímpares e matérias oferecidas em ambos os períodos.
- Cada matéria deve ser designada para um período no máximo.
- Cada matéria possui um grau de dificuldade e uma carga horária.
- Existe, para cada período, um grau de dificuldade máximo e uma carga horária máxima.
- Se uma disciplina possui um ou mais pré-requisitos, esses devem ser cursados em período anterior ao da mesma.
- Existem disciplinas que são co-requisitos uma da outra, ou seja, devem ser cursadas de forma conjunta.

Obs: Foi elaborada uma planilha com os dados necessários para executar o modelo. Essa encontra-se disponível aqui. Já o código fonte pode ser acessado por aqui.

3 Modelagem do Problema

3.1 Subscritos

- i e k representam disciplinas.
- j e l representam períodos.

3.2 Variáveis de Decisão

$$x_{i,j}$$

onde,

- $x_{i,j} = 1$, se a disciplina i foi alocada no período j .
- $x_{i,j} = 0$, se a disciplina i não foi alocada no período j .

3.3 Variáveis Auxiliares

$$y_{i,j}$$

onde,

- $y_{i,j} = 1$, se a disciplina i foi alocada antes do período j .
- $y_{i,j} = 0$, se a disciplina i não foi alocada antes do período j .

3.4 Restrições

3.4.1 1ª Restrição

$$\forall i, \forall j \quad x_{i,j} \in (0, 1)$$

3.4.2 2ª Restrição

$$\forall i, \forall j \quad y_{i,j} \in (0, 1)$$

3.4.3 3ª Restrição

$$\forall j \quad \sum_i k_i \cdot x_{i,j} \leq M_j$$

onde,

- k_i é a carga horária da disciplina i .
- M_j é a carga horária máxima do período j .

3.4.4 4ª Restrição

$$\forall j \quad \sum_i t_i \cdot x_{i,j} < N_j$$

onde,

- t_i é o grau de dificuldade da disciplina i .
- N_j é o grau de dificuldade máximo do período j .

3.4.5 5ª Restrição

$$\forall i, \forall j, \forall k \quad P_{k,i} \cdot x_{i,j} \leq y_{k,j}$$

$$\forall k, \forall j \quad \sum_{l < j} x_{k,l} = y_{k,j}$$

onde,

- $P_{k,i} = 1$, se k é pré-requisito de i .
- $P_{k,i} = 0$, caso contrário.

3.4.6 6ª Restrição

$$\forall i, \forall j \quad x_{i,j} = x_{k,j}$$

onde,

- k é uma disciplina que deve ser cursada de forma conjunta com i , ou seja, no mesmo período j .

3.4.7 7ª Restrição

$$\forall i \quad \sum_j x_{i,j} \leq 1$$

3.5 Função Objetivo

$$\max \sum_{i, j} x_{i,j}$$

4 Resultados

A fim de proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos foi gerada uma planilha. O resultado desta, ao se considerar um aluno de engenharia computacional que ainda não cursou nenhuma matéria, está representado na Figura 2.

1º Período	DCC119	DCC120	FIS122	QUI125	FIS073	DCC122
2º Período	MAT154	MAT155	QUI126	DCC013	DCC107	DCC070
3º Período	ICE001	MAT156	DCC025	DCC042	ESA002	MAC021
4º Período	FIS074	DCC008	DCC059	MAC033		
5º Período	QUI162	EST029	MAC036	MAT157	MAT029	DCC117
6º Período	DCC012	MAC015	DCC062	DCC063	MAC035	
7º Período	FIS081	MAC019	MAC026	MAC037	DCC125	DCC198
8º Período	FIS077	MAC011	MAT158	MAC008	MAC023	DCC001
9º Período	MAC024	DCC060	MAC018			
10º Período	EST028	FIS075	DCC163	MAC005	MAC034	MAC534

Figura 2: Exemplo de grade curricular obtida pelo modelo.

Por fim, comparando a planilha gerada com a grade original do curso, pode-se perceber que as restrições estão sendo obedecidas.

5 Referências

<https://colab.research.google.com/notebooks/io.ipynbscrollTo=ASdgLI2s-ux>

<https://acervolima.com/como-converter-a-coluna-dataframe-em-um-indice-no-python-pandas/>

<https://support.gurobi.com/hc/en-us/articles/4409582394769-Google-Colab-Installation-and-Licensing>

<https://www.gurobi.com/>